

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-084107
 (43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl. H01P 3/04
 H01L 23/12
 H05K 3/46

(21)Application number :	2001-198855	(71)Applicant :	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(22)Date of filing :	29.06.2001	(72)Inventor :	SHIMAMOTO TAKESHI YAMAGUCHI KAZUFUMI TSUKAMOTO KATSUHIDE TATEISHI FUMIKAZU TAGUCHI YUTAKA

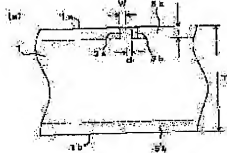
(30)Priority				
Priority number :	2000201875	Priority date :	04.07.2000	Priority country :
				JP

(54) MULTILAYER INTERCONNECTION BOARD WITH TRANSMISSION LINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multilayer interconnection board having a transmission line with high wiring density and superior transmission characteristics, and to provide a method for manufacturing the multilayer interconnection board.

SOLUTION: The transmission line is composed by a pair of signal lines that are embedded adjacent to the same wiring layer of a dielectric layer, and has thickness larger than width, and at the same time, the coupling impedance between the signal lines is set lower than that between the lines and the conductor of other wiring layers.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	29.06.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	12.02.2003
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :	2002-084107
(43)Date of publication of application :	22.03.2002

(51)Int.CL	H01P 3/04
	H01L 23/12
	H05K 3/46

(21)Application number :	2001-198855	(71)Applicant :	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(22)Date of filing :	29.06.2001	(72)Inventor :	SHIMAMOTO TAKESHI YAMAGUCHI KAZUFUMI TSUKAMOTO KATSUHIDE TATEISHI FUMIKAZU TAGUCHI YUTAKA

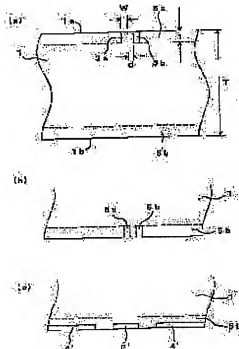
(30)Priority					
Priority number :	2000201875	Priority date :	04.07.2000	Priority country :	JP

(54) MULTILAYER INTERCONNECTION BOARD WITH TRANSMISSION LINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multilayer interconnection board having a transmission line with high wiring density and superior transmission characteristics, and to provide a method for manufacturing the multilayer interconnection board.

SOLUTION: The transmission line is composed by a pair of signal lines that are embedded adjacent to the same wiring layer of a dielectric layer, and has thickness larger than width, and at the same time, the coupling impedance between the signal lines is set lower than that between the lines and the conductor of other wiring layers.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	29.06.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	12.02.2003
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テレポート* (参考)
H 0 1 P 3/04		H 0 1 P 3/04	5 E 3 4 6
H 0 1 L 23/12	3 0 1	H 0 1 L 23/12	3 0 1 Z
H 0 5 K 3/46		H 0 5 K 3/46	Z

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2001-198855 (P2001-198855)	(71) 出願人	00005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成13年6月29日 (2001.6.29)	(72) 発明者	嶋本 健 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-201875 (P2000-201875)	(72) 発明者	山口 和文 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平成12年7月4日 (2000.7.4)	(74) 代理人	100062144 弁理士 青山 滋 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

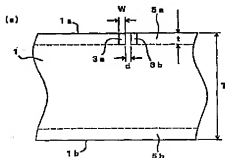
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝送線路を有する多層配線基板

(57) 【要約】

【課題】 配線密度が高かつ伝送特性の優れた伝送線路を有する多層配線基板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 伝送線路を、誘電体層の同一配線層に隣接して埋め込まれた厚みが $\lambda/4$ より大なる一対の信号線路によって構成し、かつ信号線路間の結合インピーダンスを前記線路と他の配線層の導体間との結合インピーダンスより低くするように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送線路埋め込み型の多層配線基板であって、1つの誘電体層の第1の面近傍に埋め込まれた少なくとも一対の隣接した信号線路からなる伝送線路を有し、該伝送線路の各信号線路は、高さ方向の厚みが水平方向の幅より大であり、且つ、上記隣接信号線路間のギャップ距離より大であることを特徴とする多層配線基板。

【請求項2】 前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする請求項1に記載の多層配線基板。

【請求項3】 1つの誘電体層の第1の面から所定深さまでを第1の配線形成領域とし、第2の面から所定深さまでを第2の配線形成領域とし、前記第1の配線形成領域に一対の隣接した信号線路からなる伝送線路が埋め込まれた構成を有する多層配線基板であって、前記各信号線路はその高さ方向の厚みが水平方向の幅より大であり、前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記第2の配線形成領域に形成された導体間との結合インピーダンスより低い伝送線路を有することを特徴とする多層配線基板。

【請求項4】 前記信号線路の厚みはその幅の1倍以上5倍以下である請求項3に記載の多層配線基板。

【請求項5】 前記第1の配線形成領域の一対の信号線路の両側に遮蔽用線路を備えたことを特徴とする請求項3に記載の多層配線基板。

【請求項6】 1つの誘電体層の第1の面近傍に伝送線路用導体を埋め込み、少なくとも一対の隣接した信号線路からなる伝送線路を形成し、各信号線路の高さ方向の厚みが、水平方向の幅より大であり、且つ、上記信号線路間のギャップ距離より大となるように構成する多層配線基板の製造方法。

【請求項7】 前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする請求項6に記載の多層配線基板の製造方法。

【請求項8】 金型成形により前記誘電体層に前記伝送線路用導体を埋め込む溝を形成することを特徴とする請求項6に記載の多層配線基板の製造方法。

【請求項9】 前記溝の内壁に付着させた金属層に半田を流し込むことにより前記伝送線路用導体を形成することを特徴とする請求項8に記載の多層配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は高密度な伝送線路を有する多層配線基板に関し、特に、1つの誘電体層においてその一方の面近傍に埋め込まれた少なくとも一対の

隣接した信号線路からなる伝送線路を有する、伝送線路埋め込み型の多層配線基板とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に情報機器などに多く用いられる多層配線基板の配線構造は図8に示すようにモデル的に表され、半導体部品等を接続する配線の信号伝送特性を表す特性インピーダンスは、配線の単位長さ当たりの容量を C 、インダクタンスを L とするととき

$$Z_0 = \sqrt{L/C}$$

で定義されるが、容量やインダクタンスの値 C 、 L は、配線パターン幅や厚み、絶縁体の厚み等により定まり、これにより特性インピーダンス Z_0 の値が決定される。配線設計において Z_0 の値は、半導体部品の高速化、回路方式、クロストークの大きさなどを考慮して決定され、情報機器における配線の特性インピーダンスは数十 Ω から100 Ω 程度であり、特性インピーダンスの均一化は雑音低減の観点からも特に重要であり、もし配線の中に不連続点が存在すると反射が発生し、情報機器の誤動作の原因となる。

【0003】 図9は、絶縁体を誘電体材料で構成し、プリント配線基板で構成する伝送線路の代表的な例として、マイクロストリップ線路の基本形態の断面図を示す。同図において、誘電体の表面にはストリップ信号線路3が形成され、その裏面には接地導体などのベタの平面導体2が形成され、ストリップ線路の中央部および端部において、図中点線矢印で示すような電界（電気力線）が発生している。

【0004】 誘電体基板1の厚みは T で、その上面には幅 w 、厚み t の信号線路3を形成した構成であり、例えば、基板1の厚み T は220 μm 、幅 w は360 μm 、厚さ t は最小で10 μm 程度であり、信号線路3の厚み t が幅 w に対して充分小さいため（ $t \ll w$ ）、平面導体2に対する信号線路3の特性インピーダンスは、誘電体基板1の誘電率 ϵ および厚み T と信号線路3の幅 w によりほぼ決定される。このため、高密度化に対して、幅 w と誘電体基板1の厚み T のパラツキによる特性インピーダンスのパラツキが発生するとともに、信号線路3の厚み t が小さいため抵抗値の増大によるロスの増加が問題となる。

【0005】 図10は複数の線路3 a~3 eを有する配線基板であって、仮に線路間の幅を信号線路3の幅と同程度とした場合、その使い方を次に3例について説明する。

【0006】 1例目は各線路をそれぞれ独立した5本の信号線路として使用する場合を示す。通常よく使われる50 Ω 前後の特性インピーダンスはディメンジョン的に各信号線路間の結合インピーダンス（結合容量と捉えてもよい）は各信号線路と平面導体2間との結合インピーダンスよりかなり高い。しかしそれでも各信号線

路間のクロストークが問題となる。

【0007】2例目では、クロストークを低下させるために信号線路間に遮蔽用線路を置く考え方で、線路3 b、3 dそれぞれを信号線路として使い、線路3 a、3 c、3 eを平面導体2と同電位の遮蔽用線路として使用する。一般にクロストークを低下させるためには各信号線路間隔を広げるよりもこのように遮蔽用線路を設ける方が伝送線路の密度が高くなる。

【0008】3例目は線路3 b、3 cを一對の平衡型伝送線路として使い、この伝送線路3 b、3 cの両側の線路3 a、3 dを遮蔽用線路として使用した例である。

【0009】図11はマイクロストリップ線路に対し信号線路3の上面にも誘電体基板1と平面導体2が重ねられたストリップ線路であり、多層配線基板に組み込む場合他の配線層との干渉が非常に少なくなつた優れた伝送特性が得られる。

【0010】図12はコプレーナ伝送線路の例を示し、誘電体基板1表面に、信号線路3と同一平面上に平面導体4が形成された構成から成る。このコプレーナ型は同一配線層のみで伝送線路が構成できるものの、伝送線路の密度が高く取れず、かつ周囲にある他の層の導体の影響を受けやすいため多層配線基板への組み込みに適さない。

【0011】また、以上説明した従来の伝送線路は、誘電体基板1に張り合わされた薄い銅箔をフォトリソとエッチングにより信号線路パターンを形成することにより製造されていた。また、従来の平面構造に形成した伝送線路では、メッキ法、印刷法またはエッチング法等のいずれの方法でもアスペクト比を1以上にすることは困難である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、半導体ICの高集積化技術によりマイクロプロセッサなどの信号処理能力が年々向上するにともない、それらを実装する配線基板に対する配線密度および伝送線路特性の向上の要求が次のようにシビアになってきている。

【0013】第1の課題として配線密度の向上については、半導体チップやパッケージの接続端子数の増加によって配線基板の高密度化が要求される。配線線路1枚あたりの配線密度は誘電体層および配線層を多層化することによって向上できるが、多層化は層数の増大によるコストアップやビア配線のための面積の増大を招くため、一層当たりの配線密度の向上が不可欠である。

【0014】第2の課題の伝送線路特性の向上については、配線のうち特に重要な要素は信号バスであるが、信号レートの高速化により反射やクロストークなどのノイズの影響が大きくなる。従って、伝送線路の特性インピーダンスの製造やラッパの低減やクロストークの低い線路構造が要求される。

【0015】特性インピーダンス値を維持したまま伝

送線路の配線密度を高めるには誘電体基板の厚み(T)と信号線路の幅(w)を比例縮小しなければならない。エッチングによる信号線路の幅の加工精度を保つにはその厚み(t)も比例縮小しなければならない。一般的に縮小するほど製造上のバツキ制御が難しくなる。また信号線路の断面積は縮小率の2乗で低下するため、抵抗値の増大による伝送特性の劣化の問題も出てくる。このように従来の伝送線路形態では、第1の課題と第2の課題を同時に満たすことが困難であった。

【0016】本発明は、配線密度および伝送特性の向上を可能とする伝送線路を有する多層配線基板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】これらの課題を解決するために、本発明の多層配線基板は、1つの誘電体層の第1の面近傍に埋め込まれた少なくとも一對の隣接した信号線路からなる伝送線路を有し、伝送線路の各信号線路は高さ方向の厚みが水平方向の幅より大であり、且つ、信号線路間のギャップ距離より大である伝送線路埋め込み型の多層配線基板である。

【0018】上記構成において、前記一對の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。

【0019】また、本発明の多層配線基板の製造方法は、1つの誘電体層の第1の面近傍に伝送線路用導体を埋め込み、少なくとも一對の隣接した信号線路からなる伝送線路を形成し、各信号線路の高さ方向の厚みが、水平方向の幅より大であり、且つ、上記信号線路間のギャップ距離より大となるように構成する。

【0020】上記方法において、前記一對の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。また、誘電体層に前記伝送線路用導体を埋め込む際は、金型成形により形成される。

【0021】上記構成および方法により、帯状の金属箔および誘電体膜の厚さを均一にすることにより高密度で特性インピーダンスの揃った伝送線路チップを形成することが可能であり、その結果、信号反射、クロストークが削減され信号レートの高速化が達成できる。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の第1の態様によれば、伝送線路埋め込み型の多層配線基板であって、1つの誘電体層の第1の面近傍に埋め込まれた少なくとも一對の隣接した信号線路からなる伝送線路を有し、伝送線路の各信号線路は上記第1の面と垂直方向の厚みが水平方向の幅より大であり、且つ信号線路間のギャップ距離より大である。

【0023】上記構成において、前記一對の隣接した信

号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体層との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。前記誘電体層の厚みは前記一対の信号線路間のギャップ距離の10倍以上に構成してもよい。

【0024】本発明の第2の態様によれば、1つの誘電体層の第1の面から所定深さまでを第1の配線形成領域とし第2の面から所定深さまでを第2の配線形成領域とし、前記第1の配線形成領域に一対の隣接した信号線路からなる伝送線路が埋め込まれた構成の多層配線基板であって、前記各信号線路はその厚みが幅より大であり、前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記第2の配線形成領域に形成された導体層との結合インピーダンスより低い伝送線路を有する。

【0025】上記構成において、前記信号線路の厚みはその幅の1倍以上5倍以下であり、前記誘電体層の厚みは前記信号線路の幅の10倍以上としてもよい。また、前記第1の配線領域の一対の信号線路の両側に遮蔽層を有してもよい。

【0026】本発明の第3の態様によれば、1つの誘電体層の第1の面近傍に伝送線路用導体を埋め込み、少なくとも一対の隣接した信号線路からなる伝送線路を形成し、各信号線路の上記第1の面と垂直方向の厚みが、水平方向の幅より大で、且つ、上記信号線路間のギャップ距離より大となるように構成する多層配線基板の製造方法を提供する。

【0027】上記方法において、前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体層との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。

【0028】また、前記誘電体層の厚みは、前記一対の信号線路間のギャップ距離の10倍以上である。金型成形により、誘電体基板に前記伝送線路用導体を埋め込む溝を形成する。さらに、前記溝の内壁に付着させた金属層に半田を流し込むことで前記伝送線路用導体を形成する。

【0029】(実施形態1)以下、本発明の実施の形態について、図1から図7を用いて説明する。なお、添付の図面において、同様の構成要素については同一の参照番号で示すものとする。

【0030】図1(a)は本発明の多層配線基板の1つの構成要素となる2層配線基板を例示してその断面図を示している。図1(a)において、ポリイミドなどの誘電体材料で構成された誘電体層1の第1の面(以下「上面」と呼ぶ)1aから所定深さ1までを第1の配線層5a(ここで、層とは層状の配線形成領域を指す)とし、第2の面(以下「下面」と呼ぶ)1bから誘電体層1内の所定深さまでを第2の配線層5b(層状の導体または配線形成領域)とした2層配線構造の基板を示し、配線密

度はこのような構成の多層化(積層)に依っても向上できることを例示している。

【0031】誘電体層内の第1の配線層5aの領域に一対の隣接信号線路、即ち、第1の信号線路3aと第2の信号線路3bよりなる伝送線路3が基板内埋込み型で形成されている。各信号線路3a、3bは厚み t 、幅 w の導体であり、信号線路間のギャップも幅 w にほぼ等しい値としている。ただし、このギャップ距離は必ずしも幅 w と等しい値に限定する必要はなく、誘電体層1の厚み T より充分小さく取ればよい。ここで、信号線路の厚み t は幅 w より大きく($w < t$)、かつ厚み t は誘電体層1の厚み T より充分小さく取っている($t < T$)ことを本実施形態の特徴としている(従来は $t < w$, $w > T$)。

【0032】好ましい実施例では、信号線路の厚み t は幅 w の1倍以上5倍以下とし、誘電体層1の厚み T は信号線路の幅 w の10倍以上である。具体的に、例えば、誘電体層1の厚み T を200 μm 以上とした場合、信号線路の幅 w の値は15 \sim 20 μm 、厚み t は30 \sim 100 μm 程度としてもよい。

【0033】誘電体材料としてはポリイミドの他にガラスエポキシコンポジット、ガラスBTレジンコンポジット、エポキシ樹脂、アラミドエポキシ樹脂のうち、1種類または2種類以上からなる樹脂合浸シートまたは樹脂含浸繊維シートが使われる。また、導体配線として銅またはニッケルを用い、誘電体膜として低融点ガラスまたは低融点アルミナ等の無機材料のグリーンシートを用いることもできる。

【0034】図2および図3は図1の伝送線路の使用例を示し、図2において伝送線路3の信号線路3aは不平衡型のドライバ6とレシーバ7間に接続され、信号線路3bはレシーバ7側には伝送線路3の特性インピーダンスの終端抵抗 R とおよび接地電位間に接続されて使用される。同様に、図3は平衡型(または差動型)伝送線路としての使用例を示し、レシーバ7側には伝送線路3の特性インピーダンスの終端抵抗 R と信号線路3aと3b間に介在し、信号線路3bはドライバ6とレシーバ7間にインバータ接続されている。

【0035】図1(a)により説明した伝送線路は、図8、図9により説明した従来の伝送線路とディメンジョン的に全く異なる。即ち、従来の伝送線路は信号線路と平面導体2との結合インピーダンス(結合容量)が低く、その関係で特性インピーダンスが決まるのに対し、本発明の伝送線路は第2の配線層5bがたとえ平面導体であったとしても、信号線路3a、3b間の結合インピーダンス(結合容量)を各信号線路と前記第2の配線層5bの平面導体との結合インピーダンス(結合容量)より充分低くし得るため、特性インピーダンスは誘電体層1の誘電率および各信号線路の配置形状によりほぼ決定される。

【0036】従って本発明の伝送線路は、前記接地電位の平面導体2（図9参照）を無視できることを意味し、即ち、第1の配線層5aの1層だけで伝送線路が構成できるので、第2の配線層5bを別の目的に使用することができる。従って、図1(a)に示す構成では、第2の配線層5bは平面層として図示されているが、第2の配線層5bには平面導体に限らず、例えば、図1(b)に示すように他の信号線路6a、6bが形成された構成や、図1(c)に示すように他の信号線路3'や導体4'を形成した型など、種々の形態の導体または線路を形成してもよく、上記伝送線路とは別の多層配線基板に組み込むため、多層配線基板として配線密度を向上させることができる。また、第2の配線層5bには導体を形成しない構成とすることもできる。

【0037】なお、図示していないが本発明の伝送線路チップの上面、下面の両方または一方の面に絶縁性の保護薄膜を設けることにより、信頼性をより向上させることができる。図1の伝送線路チップは各伝送線が直線形状であるが、金属箔と誘電体としての樹脂からなる場合、フレキシブル配線基板のように必要に応じて曲げて配置することができる。

【0038】（実施の形態2）図4は複数の平衡型伝送線路として実施した例を示す。図4において誘電体層1には多数の信号線路3a~3gが第1の配線層5aに埋め込まれている。これら信号線路3a~3gの各形状および埋め込み形状については実施の形態1と同様である。

【0039】図5は図4の伝送線路の使用例を示し、線路3bと3cおよび線路3eと3fがそれぞれ対の平衡型信号線路（図3参照）として使用されるが、それぞれ対の信号線路の両側の線路3a、3d、3gは遮蔽用線路として平衡信号のコモン（基準）電位に接続されている。このように遮蔽用線路を設けることにより、平衡型信号線路間のクロストークを大幅に低減する効果がある。

【0040】（実施の形態3）多層配線基板の全体工程の製造方法は種々知られているため説明は省略し、本発明に適用した関連部分の工程の製造方法について以下に説明する。

【0041】図6は伝送線路または遮蔽用線路となる導体を埋め込み溝61を具備した1つの誘電体層（基板）の製造方法の例を示す。図6において前記溝の雄型を持った金型8aとそれに合わせる金型8bにより形成される空間に液状の誘電体樹脂9を注入して溝付き誘電体層が製造される。この溝の形状精度は、次に説明する導体の形状精度と等価であるため非常に重要である。しかしこの金型成型による方法は金型の精度で溝の形状が決まると、従来のエッチングで導体の形状を出す方法に對し、個々の製造バラツキが非常に低減される。

【0042】また金型は半導体加工プロセスを利用すれ

ば、非常に微細な形状のもので製造可能である。従来の課題として前述した信号線路の幅および厚みを小さくする場合の抵抗値の増大による伝送特性の劣化の問題については、信号線路の幅wについて本発明と従来の方法を同じとした場合その厚みについては本発明の方が極めて大きく取れるため、抵抗値の問題に對して非常に有利となる。

【0043】従って本発明にこの製造方法を適用することにより大幅に配線密度が高くかつインピーダンス特性の優れた伝送線路が得られる効果がある。

【0044】図7に誘電体基板の溝に導体を埋め込む方法の例を示す。溝に導体を埋め込む方法についてメッキ法が最もポピュラーであるが、金属の堆積に時間がかかるという課題があった。

【0045】図7に示す方法は、誘電体層（基板）1の配線の埋め込み溝61の内壁にまず無電解メッキ（スパッタ）で銅の薄いシーズ層12を付着させ、その銅のシーズ層12で内壁が被覆された溝に浴液半田13等の導体を流し込んで導体配線を形成する。これによると、導体全体をメッキで形成する方法に對し大幅に要時間を短縮できる効果がある。

【0046】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、伝送線は誘電体内に埋め込み配列した構造であり、伝送線のアスペクト比は1より大であり、伝送線間のピッチが小さく高密度であると同時に、線幅の割には配線抵抗が小さく伝送線特性インピーダンスのマッチング特性も良好であり、配線密度が高くかつ伝送特性の優れた伝送線路を有する多層配線基板が得られ、よって高密度配線と高速、低損失特性を両立させられ産業上の効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a), (b), (c) は本発明の一実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図2】 本発明の一実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図3】 本発明の一実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図4】 本発明の他の実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図5】 本発明の他の実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図6】 本発明の一実施の形態による伝送線路の製造方法を示す図

【図7】 本発明の一実施の形態による伝送線路の製造方法を示す図

【図8】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図9】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図10】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図11】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図12】 従来の伝送線路の構成を示す図

【符号の説明】

- 1 誘電体層
2 平面導体

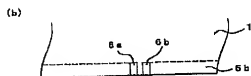
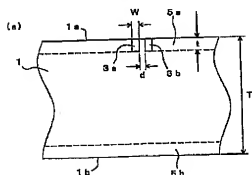
3 信号線路

5 配線層

8 金型

9 誘電体樹脂

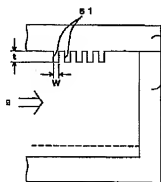
【図1】



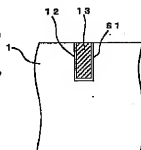
【図3】



【図6】



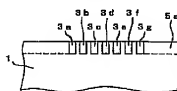
【図7】



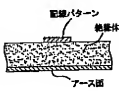
【図2】



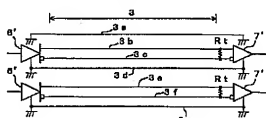
【図4】



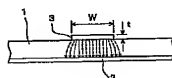
【図8】



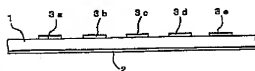
【図5】



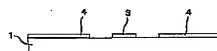
【図9】



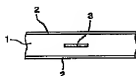
【図10】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 塚本 勝秀
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 立石 文和
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 田口 豊
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
Fターム(参考) 5E346 AA12 AA15 AA33 AA35 BB02
BB03 BB04 BB05 BB15 CC02
CC08 CC31 HH01 HH25

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページ数(参考)
H 0 1 P 3/04		H 0 1 P 3/04	5 E 3 4 6
H 0 1 L 23/12	3 0 1	H 0 1 L 23/12	3 0 1 Z
H 0 5 K 3/46		H 0 5 K 3/46	Z

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

- (21) 出願番号 特願2001-198855(P2001-198855)
- (22) 出願日 平成13年6月29日(2001.6.29)
- (31) 優先権主張番号 特願2000-201875(P2000-201875)
- (32) 優先日 平成12年7月4日(2000.7.4)
- (33) 優先権主張国 日本 (J P)

- (71) 出願人 00005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
- (72) 発明者 嶋本 健
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
- (72) 発明者 山口 和文
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
- (74) 代理人 100062144
弁理士 青山 蕉 (外1名)

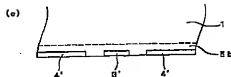
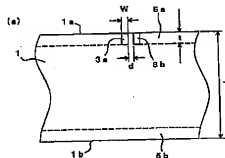
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝送線を有する多層配線基板

(57) 【要約】

【課題】 配線密度が高くかつ伝送特性の優れた伝送線を有する多層配線基板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 伝送線を、誘電体層の同一配線層に隣接して埋め込まれた厚みが幅より大なる一対の信号線路によって構成し、かつ信号線路間の結合インピーダンスを前記線路と他の配線層の導体間との結合インピーダンスより低くするように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送線路埋め込み型の多層配線基板であって、1つの誘電体層の第1の面近傍に埋め込まれた少なくとも一対の隣接した信号線路からなる伝送線路を有し、該伝送線路の各信号線路は、高さ方向の厚みが水平方向の幅より大であり、且つ、上記隣接信号線路間のギャップ距離より大であることを特徴とする多層配線基板。

【請求項2】 前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする請求項1に記載の多層配線基板。

【請求項3】 1つの誘電体層の第1の面から所定深さまでを第1の配線形成領域とし第2の面から所定深さまでを第2の配線形成領域とし、前記第1の配線形成領域に一対の隣接した信号線路からなる伝送線路が埋め込まれた構成を有する多層配線基板であって、前記各信号線路はその高さ方向の厚みが水平方向の幅より大であり、前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記第2の配線形成領域に形成された導体間との結合インピーダンスより低い伝送線路を有することを特徴とする多層配線基板。

【請求項4】 前記信号線路の厚みはその幅の1倍以上5倍以下である請求項3に記載の多層配線基板。

【請求項5】 前記第1の配線層内の一対の信号線路の両側に導電用線路を備えたことを特徴とする請求項3に記載の多層配線基板。

【請求項6】 1つの誘電体層の第1の面近傍に伝送線路用導体を埋め込み、少なくとも一対の隣接した信号線路からなる伝送線路を形成し、各信号線路の高さ方向の厚みが、水平方向の幅より大であり、且つ、上記信号線路間のギャップ距離より大となるように構成する多層配線基板の製造方法。

【請求項7】 前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする請求項6に記載の多層配線基板の製造方法。

【請求項8】 金型成形により前記誘電体層に前記伝送線路用導体を埋め込む溝を形成することを特徴とする請求項6に記載の多層配線基板の製造方法。

【請求項9】 前記溝の内壁に付着させた金属層に半田を流し込むことにより前記伝送線路用導体を形成することを特徴とする請求項8に記載の多層配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は高密度な伝送線路を有する多層配線基板に関し、特に、1つの誘電体層においてその一方の面近傍に埋め込まれた少なくとも一対の

隣接した信号線路からなる伝送線路を有する、伝送線路埋め込み型の多層配線基板とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に情報機器などに多く用いられる多層配線基板の配線構造は図8に示すようにモデル的に表され、半導体部品等を接続する配線の信号伝送特性を表す特性インピーダンスは、配線の単位長さ当たりの容量をC、インダクタンスをLとすると

$$Z_0 = \sqrt{L/C}$$

で定義されるが、容量やインダクタンスの値C、Lは、配線パターン幅の幅や厚み、絶縁体の厚み等により定まり、これにより特性インピーダンス Z_0 の値が決定される。配線設計において Z_0 の値は、半導体部品の高速化、回路方式、クロストークの大きさなどを考慮して決定され、情報機器における配線の特性インピーダンスは数十Ωから100Ω程度であり、特性インピーダンスの均一化は雑音低減の観点からも特に重要であり、もし配線の中に不連続点が存在すると反射が発生し、情報機器の誤動作の原因となる。

【0003】 図9は、絶縁体を誘電体材料で構成し、プリント配線基板で構成する伝送線路の代表例として、マイクロストリップ線路の基本形態の断面図を示す。図面において、誘電体の表面にはストリップ信号線路3が形成され、その裏面には接地導体面2のべつの平面導体2が形成され、ストリップ線路の中央部および端部において、図中点線矢印で示すような電界（電気力線）が発生している。

【0004】 誘電体基板1の厚みはTで、その上面には幅w、厚みtの信号線路3を形成した構成であり、例えば、基板1の厚みTは220μm、幅wは360μm、厚さtは最小で10μm程度であり、信号線路3の厚みtが幅wに対して充分小さいため（ $t \ll w$ ）、平面導体2に対する信号線路3の特性インピーダンスは、誘電体基板1の誘電率εおよび厚みTと信号線路3の幅wによりほぼ決定される。このため、高密度化に対して、幅wと誘電体基板1の厚みTのパラツキによる特性インピーダンスのパラツキが発生するとともに、信号線路3の厚みtが小さいため抵抗値の増大によるロスの増加が問題となる。

【0005】 図10は複数の線路3a～3eを有する配線基板であって、仮に線路間の幅を信号線路3の幅と同程度とした場合、その使い方を次に3例について説明する。

【0006】 1例目は各線路をそれぞれ独立した5本の信号線路として使用する場合を示す。通常よく使われる50オーム前後の特性インピーダンスではディメンジョン的に各信号線路間の結合インピーダンス（結合容量と捉えてもよい）は各信号線路と平面導体2間との結合インピーダンスよりかなり高い。しかしそれでも各信号線

路間のクロストークが問題となる。

【0007】2例目では、クロストークを低下させるために信号線路間に遮蔽用線路を置く考え方で、線路3b、3dそれぞれを信号線路として使い、線路3a、3c、3eを平面導体2と同電位の遮蔽用線路として使用する。一般にクロストークを低下させるためには各信号線路間隔を広げるよりもこのように遮蔽用線路を設ける方が伝送線路の密度が高くとれる。

【0008】3例目は線路3b、3cを一对の平衡型伝送線路として使い、この伝送線路3b、3cの両側の線路3a、3dを遮蔽用線路として使用した例である。

【0009】図11はマイクロストリップ線路に対し信号線路3の上面にも誘電体基板1と平面導体2が設けられたストリップ線路であり、多層配線基板に組み込む場合他の配線層との干渉が非常に少なくなつ優れた伝送特性が得られる。

【0010】図12はコプレーナ伝送線路の例を示し、誘電体基板1表面に、信号線路3と同一平面上に平面導体4が形成された構成から成る。このコプレーナ型は同一配線層のみで伝送線路が構成できるものの、伝送線路の密度が高くとれず、かつ周囲あるいは他の層の導体の影響を受けやすいため多層配線基板への組み込みに適さない。

【0011】また、以上説明した従来の伝送線路は、誘電体基板1に張り合わされた薄い銅箔をフォトリソとエッチングにより信号線路パターンを形成することにより製造されていた。また、従来の平面構造に形成した伝送線路では、メッキ法、印刷法またはエッチング法等のいずれの方法でもアスペクト比を1以上にすることは困難である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、半導体ICの高集積化技術によりマイクロプロセッサなどの信号処理能力が年々向上するにともない、それらを実現する配線基板に対する配線密度および伝送線路特性の向上の要求が次のようにシビアになってきている。

【0013】第1の課題として配線密度の向上については、半導体チップやパッケージの接続端子数の増加によって配線基板の高密度化が要求される。配線基板1枚あたりの配線密度は誘電体層および配線層を多層化することによって向上できるが、多層化は層数の増大によるコストアップやビア配線のための面積の増大を招くため、一層当たりの配線密度の向上が不可欠である。

【0014】第2の課題の伝送線路特性の向上については、配線のうち特に重要な要素は信号パスであるが、信号レートの高速化により反射やクロストークなどのノイズの影響が大きくなる。従って、伝送線路の特性インピーダンスの製造バラツキの低減やクロストークの低い線路構造が要求される。

【0015】特性インピーダンス値を維持したままで伝

送線路の配線密度を高めるには誘電体基板の厚み(T)と信号線路の幅(w)を比例縮小しなければならない。エッチングによる信号線路の幅の加工精度を保つにはその厚み(t)も比例縮小しなければならない。一般的に縮小するほど製造上のバラツキ制御が難しくなる。また信号線路の断面積は縮小率の2乗で低下するため、抵抗値の増大による伝送特性の劣化の問題も出てくる。このように従来の伝送線路形態では、第1の課題と第2の課題を同時に満たすことが困難であった。

【0016】本発明は、配線密度および伝送特性の向上を可能とする伝送線路を有する多層配線基板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】これらの課題を解決するために、本発明の多層配線基板は、1つの誘電体層の第1の面近傍に埋め込まれた少なくとも一对の隣接した信号線路からなる伝送線路を有し、伝送線路の各信号線路は高さ方向の厚みが水平方向の幅より大であり、且つ、信号線路間のギャップ距離より大である伝送線路埋め込み型の多層配線基板である。

【0018】上記構成において、前記一对の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。

【0019】また、本発明の多層配線基板の製造方法は、1つの誘電体層の第1の面近傍に伝送線路用導体を埋め込み、少なくとも一对の隣接した信号線路からなる伝送線路を形成し、各信号線路の高さ方向の厚みが、水平方向の幅より大であり、且つ、上記信号線路間のギャップ距離より大となるように構成する。

【0020】上記方法において、前記一对の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。また、誘電体層に前記伝送線路用導体を埋め込む前は、金型成形により形成される。

【0021】上記構成および方法により、帯状の金属箔および誘電体膜の厚さを均一にすることにより高密度で特性インピーダンスの揃った伝送線路チップを形成することが可能であり、その結果、信号反射、クロストークが削減され信号レートの高速化が達成できる。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の第1の態様によれば、伝送線路埋め込み型の多層配線基板であって、1つの誘電体層の第1の面近傍に埋め込まれた少なくとも一对の隣接した信号線路からなる伝送線路を有し、伝送線路の各信号線路は上記第1の面と垂直方向の厚みが水平方向の幅より大であり、且つ信号線路間のギャップ距離より大である。

【0023】上記構成において、前記一对の隣接した信

号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。前記誘電体層の厚みは前記一対の信号線路間のギャップ距離の10倍以上に構成してもよい。

【0024】本発明の第2の態様によれば、1つの誘電体層の第1の面から所定深さまでを第1の配線形成領域とし第2の面から所定深さまでを第2の配線形成領域とし、前記第1の配線形成領域に一対の隣接した信号線路からなる伝送線路が埋め込まれた構成の多層配線基板であって、前記各信号線路はその厚みが幅より大であり、前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記第2の配線形成領域に形成された導体間との結合インピーダンスより低い伝送線路を有する。

【0025】上記構成において、前記信号線路の厚みはその幅の1倍以上5倍以下であり、前記誘電体層の厚みは前記信号線路の幅の10倍以上としてもよい。また、前記第1の配線領域の一面の信号線路の両側に遮蔽用線路を有してもよい。

【0026】本発明の第3の態様によれば、1つの誘電体層の第1の面近傍に伝送線路用導体を埋め込み、少なくとも一対の隣接した信号線路からなる伝送線路を形成し、各信号線路の上記第1の面と垂直方向の厚みが、水平方向の幅より大で、且つ、上記信号線路間のギャップ距離より大となるように構成する多層配線基板の製造方法を提供する。

【0027】上記方法において、前記一対の隣接した信号線路間の結合インピーダンスが、前記信号線路と前記誘電体層の第2の面近傍に形成された導体間との結合インピーダンスより低いことを特徴とする。

【0028】また、前記誘電体層の厚みは、前記一対の信号線路間のギャップ距離の10倍以上である。金型成形により、誘電体基板に前記伝送線路用導体を埋め込む溝を形成する。さらに、前記溝の内壁に付着させた金属層に半田を流し込むことにより前記伝送線路用導体を形成する。

【0029】（実施の形態1）以下、本発明の実施の形態について、図1から図7を用いて説明する。なお、添付の図面において、同様の構成要素については同一の参照番号で示すものとする。

【0030】図1(a)は本発明の多層配線基板の1つの構成要素となる2層配線基板を例示してその断面図を示している。図1(a)において、ポリミドなどの誘電体材料で構成された誘電体層1の第1の面（以後「上面」と呼ぶ）1aから所定深さ t までを第1の配線層5a（ここで、層とは層状の配線形成領域を指す）とし、第2の面（以後「下面」と呼ぶ）1bから誘電体層1内の所定深さまでを第2の配線層5b（層状の導体または配線形成領域）とした2層配線構造の基板を示し、配線密

度はこのような構成の多層化（積層）に依っても向上できることを例示している。

【0031】誘電体層内の第1の配線層5aの領域に一対の隣接信号線路、即ち、第1の信号線路3aと第2の信号線路3bよりなる伝送線路3が基板内埋込み型で形成されている。各信号線路3a、3bは厚み t 、幅 w の導体であり、信号線路間のギャップ幅 w にほぼ等しい値としている。ただし、このギャップ幅 w は必ずしも幅 w と等しい値に限定する必要はなく、誘電体層1の厚み T より充分小さく取ればよい。ここで、信号線路の厚み t は幅 w より大きく（ $w < t$ ）、かつ厚み t は誘電体層1の厚み T より充分小さく取っている（ $t \leq T$ ）ことを本実施形態の特徴としている（従来は $t < w$ 、 $w > T$ ）。

【0032】好ましい実施例では、信号線路の厚み t は幅 w の1倍以上5倍以下とし、誘電体層1の厚み T は信号線路の幅 w の10倍以上である。具体的には、例えば、誘電体層1の厚み T を200 μm 以上とした場合、信号線路の幅 w の値は15〜20 μm 、厚み t は30〜100 μm 程度としてもよい。

【0033】誘電体材料としてはポリミドの他にガラスエポキシコンポジット、ガラスB T レジンコンポジット、エポキシ樹脂、アラミドエポキシ樹脂のうち、1種類または2種類以上からなる樹脂含浸シートまたは樹脂含浸繊維シートが使える。また、導体配線として銅またはニッケルを用い、誘電体膜として低融点ガラスまたは低融点アルミナ等の無機材料のグリーンシートを用いることもできる。

【0034】図2および図3は図1の伝送線路の使用例を示し、図2において伝送線路3の信号線路3aは不平衡型のドライバ6とレシーバ7間に接続され、信号線路3bはレシーバ7側には伝送線路3の特性インピーダンスの終端抵抗 R_t および接地電位間に接続されて使用される。同様に、図3は平衡型（または差動型）伝送線路としての使用例を示し、レシーバ7側には伝送線路3の特性インピーダンスの終端抵抗 R_t が信号線路3aと3b間に介在し、信号線路3bはドライバ6とレシーバ7間にインバータ接続されている。

【0035】図1(a)により説明した伝送線路は、図8、図9により説明した従来の伝送線路とディメンジョン的に全く異なる。即ち、従来の伝送線路は信号線路と平面導体2との結合インピーダンス（結合容量）が低く、その関係で特性インピーダンスが決まるのに対し、本発明の伝送線路は第2の配線層5bがたとえ平面導体であったとしても、信号線路3a、3b間の結合インピーダンス（結合容量）を各信号線路と前記第2の配線層5bの平面導体との結合インピーダンス（結合容量）より充分低くし得るため、特性インピーダンスは誘電体層1の誘電率および各信号線路の配置形状によりほぼ決定される。

【0036】従って本発明の伝送線路は、前記接地電位の平面導体2（図9参照）を無視できることを意味し、即ち、第1の配線層5aの1層だけで伝送線路が構成できる。第2の配線層5bを別の目的に使用することができる。従って、図1(a)に示す構成では、第2の配線層5bは平面層として図示されているが、第2の配線層5bには平面導体に限らず、例えば、図1(b)に示すように他の信号線路6a、6bが形成された構成や、図1(c)に示すように他の信号線路3'や導体4'を形成した型など、種々の形態の導体または線路を形成してもよく、上記伝送線路とは別の多層配線基板に組み込めるため、多層配線基板として配線密度を向上させることができる。また、第2の配線層5bには導体を形成しない構成とすることもできる。

【0037】なお、図示していない本発明の伝送線路チップの上面、下面の両方または一方の面に絶縁性の保護薄膜を設けることにより、信頼性をより向上させることができる。図1の伝送線路チップは各伝送線が直線形状であるが、金属箔と誘電体としての樹脂からなる場合、フレキシブル配線基板のように必要に応じて曲げて配置することができる。

【0038】（実施の形態2）図4は複数の平衡型伝送線路として実施した例を示す。図4において誘電体層1には多数の信号線路3a〜3gが第1の配線層5aに埋め込まれている。これら信号線路3a〜3gの各形状および埋め込み形態については実施の形態1と同様である。

【0039】図5は図4の伝送線路の使用例を示し、線路3bと3cおよび線路3eと3fがそれぞれ一對の平衡型信号線路（図3参照）として使用されるが、それぞれ一對の信号線路の両側の線路3a、3d、3gは遮蔽用線路として平衡信号の共通（基準）電位に接続されている。このように遮蔽用線路を設けることにより、平衡型信号線路間のクロストークを大幅に低減する効果がある。

【0040】（実施の形態3）多層配線基板の全体工程の製造方法は種々知られているため説明は省略し、本発明に適用した関連部分の工程の製造方法について以下に説明する。

【0041】図6は伝送線路または遮蔽用線路となる導体を埋め込む溝61を具備した1つの誘電体層（基板）の製造方法の例を示す。図6において前記溝の雄型を持った金型8aとそれに合わせる金型8bにより形成される空間に液状の誘電体樹脂9を注入して溝付き誘電体層が製造される。この溝の形状精度は、次に説明する導体の形状精度と等値であるため非常に重要である。しかしこの金型成型による方法は金型の精度で溝の形状が決まるため、従来のエッチングで導体の形状を出す方法に対し、個々の製造バラツキが非常に低減される。

【0042】また金型は半導体加工プロセスを利用す

ば、非常に複雑な形状のもので製造可能である。従来の課題として前述した信号線路の幅および厚みを縮小する場合の抵抗値の増大による伝送特性の劣化の問題については、信号線路の幅wについて本発明と従来の方法を同じとした場合その厚みについては本発明の方が極めて大きく取れるため、抵抗値の問題に対して非常に有利となる。

【0043】従って本発明にこの製造方法を適用することにより大幅に配線密度が高かつインピーダンス特性の優れた伝送線路が得られる効果がある。

【0044】図7に誘電体基板の溝に導体を埋め込む方法の例を示す。溝に導体を埋め込む方法についてメッキ法が最もポピュラーであるが、金属の堆積に時間がかかるという課題があった。

【0045】図7に示す方法は、誘電体層（基板）1の配線の埋め込み溝61の内壁にまず無電解メッキ（スパッタ）で銅の薄いシース層12を付着させ、その銅のシース層12で内壁が被覆された溝に熔融半田13等の導体を流し込んで導体配線を形成する。これによると、導体全体をメッキで形成する方法に対し大幅に製造時間を短縮できる効果がある。

【0046】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、伝送線は誘電体内に埋め込み配列した構造であり、伝送線のアスペクト比は1より大であり、伝送線間のピッチが小さく高密度であると同時に、線幅の割には配線抵抗が小さく伝送線特性インピーダンスのマッチング特性も良好であり、配線密度が高かつ伝送特性の優れた伝送線路を有する多層配線基板が得られ、よって高密度配線と高周波、低損失特性を両立させられ産業上の効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a), (b), (c) は本発明の一実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図2】 本発明の一実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図3】 本発明の一実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図4】 本発明の他の実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図5】 本発明の他の実施の形態による伝送線路の構成を示す図

【図6】 本発明の一実施の形態による伝送線路の製造方法を示す図

【図7】 本発明の一実施の形態による伝送線路の製造方法を示す図

【図8】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図9】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図10】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図11】 従来の伝送線路の構成を示す図

【図12】 従来の伝送線路の構成を示す図

【符号の説明】

1 誘電体層

2 平面導体

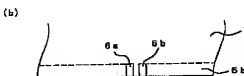
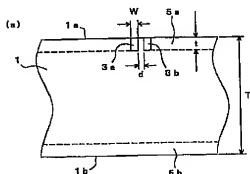
3 信号線路

5 配線層

8 金型

9 誘電体樹脂

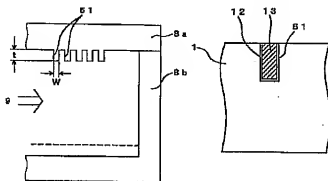
【図1】



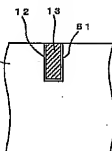
【図3】



【図6】



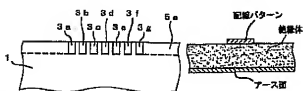
【図7】



【図2】

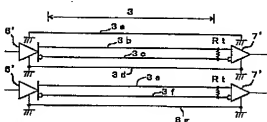


【図4】

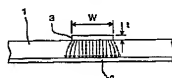


【図8】

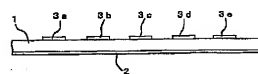
【図5】



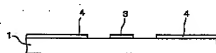
【図9】



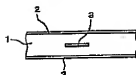
【図10】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 塚本 勝秀

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 立石 文和

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 田口 豊

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) SE346 AA12 AA15 AA33 AA35 BB02

BB03 BB04 BB06 BB15 CC02

CC08 CC31 HH01 HH25